

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-176850

(43)Date of publication of application : 27.06.2000

(51)Int.Cl.

B25B 21/00

B23P 19/06

B25B 23/14

(21)Application number : 10-355893

(71)Applicant : TOKAI DENSHI KENKYUSHO:KK

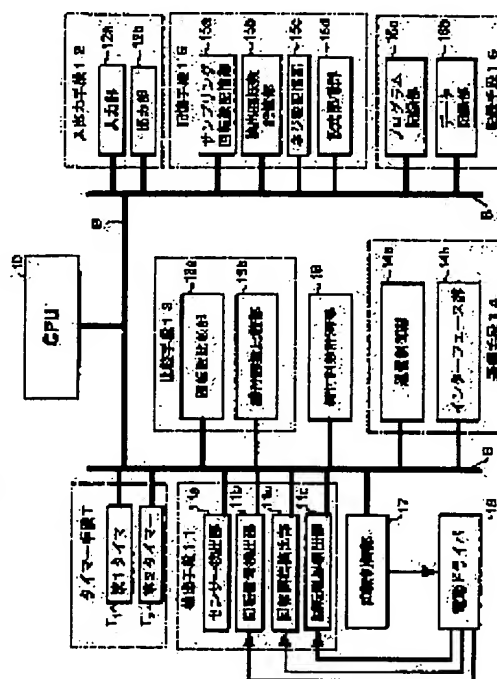
(22)Date of filing : 15.12.1998

(72)Inventor : OKUMURA MASAYUKI
OKUMURA KUNIMITSU
UEHA SHINJI

(54) SCREW FASTENING WORK MONITOR DEVICE AND COMPUTER READABLE RECORDING MEDIUM RECORDING SCREW FASTENING WORK MONITORING PROGRAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect imperfect screw fastening by the number of rotation of a screw at the time of fastening the screw on a work by an electric driver.
SOLUTION: A detection means 11 to detect rotation of an electric driver 18, a detected rotation number memory part 15b to memorize screw length for each of the screws, a sampling rotation number memory part 15a to memorize the screw length provided by sampling, a setting memory part 15d to set and memorize set screw length as a specified rate of the screw length, a screw number memory part 15c to set and memorize the number of screws and a fastening number measuring part 19 to measure the number of the screw to fasten, are provided, and the number of the screws and the set screw length are respectively set and memorized for each of the sampling.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision-of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電動ドライバにおけるドライバ部の回転を検出する検出手段と、該検出手段が検出する回転数から決定されるネジ長をネジ1本毎に記憶する検出回転数記憶部と、ネジ締め作業前のサンプリングにて得られる回転数から決定されるネジ長を記憶するサンプリング回転数記憶部と、該サンプリング記憶手段に記憶されるネジ長の所定の割合とした設定ネジ長を設定記憶する設定記憶部と、1個のワークに締付けるべきネジ数を設定記憶するネジ数記憶部と、当該ワークに対して何本目のネジの締付かを計測する締付回数計測部とを設け、前記ネジ数記憶部に設定記憶されるネジ数と前記設定記憶部に設定記憶される設定ネジ長とが、前記サンプリング毎にそれぞれ設定記憶されることを特徴とするネジ締め作業監視装置。

【請求項2】 請求項1記載において、同一ワークに対してネジ長が各々異なるネジ締付のサンプリングを複数回行なう場合は、当該ネジ長のそれぞれは締付順にサンプリング回転数記憶部に記憶され、且つその記憶されるネジ長は対応する締付順毎の平均値とすることを特徴とするネジ締め作業監視装置。

【請求項3】 電動ドライバにおけるドライバ部の回転を検出する検出手段と、該検出手段が検出する回転数をネジ1本毎に記憶する検出回転数記憶部と、ネジ締め作業前にサンプリングして得られる回転数を記憶するサンプリング回転数記憶部と、該サンプリング記憶手段に記憶される回転数の所定の割合とした設定回転数を設定記憶する設定記憶部と、1個のワークに締付けるべきネジ数を設定記憶するネジ数記憶部と、当該ワークに対して何本目のネジの締付かを計測する締付回数計測部と、前記検出手段が検出する回転数と前記設定記憶部に設定記憶される設定回転数とを比較し、且つ、ネジの締付毎に計測されるネジ締付回数と前記ネジ数記憶部に記憶される設定ネジ数とを比較する比較手段とを設け、前記締付回数計測部は、検出される回転数が一定の範囲にある場合のみ完全な締付であると判断してネジの締付回数を計測することを特徴とするネジ締め作業監視装置。

【請求項4】 請求項3記載において、前記比較手段による前記ネジ締付回数と前記設定ネジ数との比較が一致しない場合に、NGランプを点灯し、又は警報音を出力することを特徴とするネジ締め作業監視装置。

【請求項5】 請求項3又は4記載において、検出される回転数が、前記設定記憶部に設定記憶される回転数より少ない場合に、NGランプを点灯又は警報音を出力することを特徴とするネジ締め作業監視装置。

【請求項6】 請求項3、4又は5記載において、作業台にワークが進入したことを検出するワークセンサーと、該ワークセンサーのONを検出するセンサー検出部と、該センサー検出部が前記ワークセンサーのONを検出すると開始する第2タイマーを設け、該第2タイマー

の満了前までに全ネジ締付作業が完了した場合に、OKランプを点灯し、又は警報音を出力することを特徴とするネジ締め作業監視装置。

【請求項7】 締付けるべきネジの本数を設定記憶するステップと、ドライバ部の回転開始を検出するステップと、ドライバ部の回転毎に生成される回転計測信号を検出するステップと、前記回転計測信号が検出される毎に回転数の値を1ずつ増加してネジの締付毎に検出される回転数を記憶するステップと、ドライバ部の回転停止を検出するステップと、検出される回転数が一定の範囲にある場合のみ完全な締付であると判断してネジの締付回数を計測するステップと、前記ネジの締付毎に計測される締付回数と前記設定記憶されるネジ数とを比較して一致する場合のみOKランプを点灯し、又は警報音を出力するステップとをコンピュータに実行させるネジ締め作業監視プログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電動ドライバで被加工体（ワーク）へネジを締付ける際に、二度締めや斜め締め等の不完全なネジ締めをネジの回転数で検出することができるネジ締め作業監視装置及びネジ締め作業監視プログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体に関する。

【0002】具体的には、二度締め、斜め締め、異なる長さのネジ締付等の不完全締めがあっても、正確に全てのネジ締めについて完了をチェックでき、更に、複数のワークそれぞれに対応する設定を個別に記憶して、所定のワークにネジ締めを行なう際には、当該ワークに対応する設定を適宜に読み込んで、どのようなワークに対しても正確且つ適確なネジ締め作業の監視を行なうことができるネジ締め作業監視装置及びネジ締め作業監視プログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体に関する。

【0003】

【従来の技術】従来より、ワークに対するネジの締付忘れを防止するための、ネジ締付忘れ防止装置に関する発明が開示されている。例えば、特公平5-73535号は、予め締付けるべきネジの数を設定しておき、電動ドライバの締付トルクが一定値以上になったときに締付完了信号を出力させ、該締付完了信号の出力回数と前記ネジ数とを比較して、一致すればネジ締付作業が完了と、不一致であれば不完全と判断するネジ締付忘れ防止装置を開示している。

【0004】これは、電動ドライバに通電した時から一定時間経過しないうちに、前記締付完了信号が出力された場合は、その締付に限って締付回数を計測しないことにより、締付完了信号の出力回数と、予め設定されているネジ数とが不一致になる。その結果、ネジの二度締め

による他のネジの締め忘れが防止できるというものである。

【0005】また、出願人は、別のネジ締め忘れ防止装置を開示している。特開平2-311276は、予めネジの長さに対応する締付時間（ネジ長さ設定タイマー）と、締付けるべきネジ数とを設定しておき、電動ドライバの回転時間が前記ネジ長さ設定タイマーを超えた場合のみ、ネジ1本の締付が完了したと判断する、ネジ締め忘れ防止カウンタを開示している。かかる締付時間は、予め、締付けるべきネジの長さや径等を測定しておき、その値をマニュアルで入力する等の手間が必要である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の従来技術は、ともに一定時間内に電動ドライバの回転が終了した場合に不完全なネジ締めであると判断するタイプのものである。具体的には、長さ8mmのネジが電動ドライバによって0.6秒で締付けられるとすると、長さ1mmの微小なネジは、0.1秒以下で締付けられることになる。

【0007】この0.1秒のオーダーは、従来技術における設定時間（ネジ長さ設定タイマー）の誤差範囲のオーダーと略一致するため、ネジ締めが不完全なのか、電動ドライバの回転時間等の測定誤差なのかを識別できず、短いネジの締付作業については、二度締め等によるネジの締め忘れや、不完全なネジ締めを検出することができなかった。

【0008】また、ネジ長さ設定タイマーの設定は、いちいちネジ長等を測定して入力する必要があったので、その設定作業に煩わしさを伴う結果、作業員の心理に悪影響を与えて作業ミスを誘発したり、作業者の錯誤を誘導して設定間違いを引き起こして、全く締付忘れの用をなさなかったことがあった。

【0009】その結果、平常のようにネジ締め作業をこなしているつもりが、作業員が気がつかないままネジを締め忘れた状態の不完全なものを出荷してしまったり、そのような不完全なネジ締め作業を作業員が標準作業（平常の何ら問題ない完璧な作業）と錯誤してしまって、重大クレームやロット回収、再検査、多額の損害賠償を招く事態が生じていた。

【0010】更に、従来のように時間をトリガとしてネジの締付の完全、不完全を判断する方式では、一定条件下で二度締め及び斜め締めの防止には貢献し得ても、異なる長さのネジを誤まって締めてしまった場合に、その検出をすることはできなかった。そのため、例えば長さ6mmのワークに長さ8mmのネジを締付けた場合に、電動ドライバは所定時間経過まで回転し続けてしまうため、当該ワークの一部を破損するという事故が相次いでいた。

【0011】特に、そのワークがノート型パーソナルコンピュータ等の場合には、作業員の錯誤で、規定よりも

長いネジを誤まって締付けてしまう結果、内部のマザーボードのプリント基板等を破損、破壊させる事故例が後を立たず、このような作業員のネジ締付作業の工程を一つ一つ監視できるような、全く新規なネジ締め作業監視装置の登場が望まれていた。

【0012】

【課題を解決するための手段】そこで発明者は、鋭意研究を重ねた結果、その発明を、電動ドライバにおけるドライバ部の回転を検出する検出手段と、該検出手段が検出する回転数から決定されるネジ長をネジ1本毎に記憶する検出回転数記憶部と、ネジ締め作業前のサンプリングにて得られる回転数から決定されるネジ長を記憶するサンプリング回転数記憶部と、該サンプリング記憶手段に記憶されるネジ長の所定の割合とした設定ネジ長を設定記憶する設定記憶部と、1個のワークに締付けるべきネジ数を設定記憶するネジ数記憶部と、当該ワークに対して何本目のネジの締付かを計測する締付回数計測部とを設け、前記ネジ数記憶部に設定記憶されるネジ数と前記設定記憶部に設定記憶される設定ネジ長とが、前記サンプリング毎にそれぞれ設定記憶されるネジ締め作業監視装置等としたことにより、上記課題を解決したものである。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明のネジ締め作業監視装置の構成を図面に従って説明する。図1は、本発明のネジ締め作業監視装置のブロック図である。中央演算処理装置10（Central Processor Unit：以下、「CPU10」と言う。）は、各ブロックの作動、機能等を所定のプログラムに基づいて制御、処理、実行等するためのものである。電動ドライバ18は、ネジを締付けられるべき被加工体W（以下、「ワークW」と言う。）に、内蔵する電動モータMの回転によってドライバ部18aを回転させてネジの締付を行なう工具である。

【0014】また、前記ドライバ部18aの回転の開始と停止の検出、及び回転回数の計測を行なうため、種々のセンサーとしての回転開始検出部11c、回転限界検出部11d、回転信号検出部11b等からなる検出手段11を設ける。そして、これらによって検出された信号を基に、ネジの回転数、本数、種々の設定値等を記憶するための記憶手段15を設ける。該記憶手段15は、具体的には、図12に示すように、RAM（Random Access Memory）、ROM（Read Only Memory）等のメモリチップ50c、HD50e（Hard Disk）、CD（Compact Disk）及びMO（Magnetic Optical Disk）及びDVD（Digital Video Disk）等の光ディスク（又は光磁気ディスク）50a、FD50b（Flexible Disk/Floppy Disk）、FROM（Flash ROM）、EPROM（Erasable Programmable ROM）、EEPROM（Electrically Erasable Programmable ROM）等の消去可能なROM50dその他のいかなる記録装置（記録媒体）が適用で

き、且つコンピュータ読取り可能であって、これらに限定されるものではない。

【0015】また、前記記憶手段15に記憶された種々の数値等と、実際のネジ締め作業における前記ドライバ部18aの回転数等とを比較して、当該ネジ締め作業が完全か否かを判断する比較手段13を設ける。ネジを締め付けた回数は、1ずつ増加（インクリメント）して回数を計測する締め回数計測部19によって、所定の回数に達するまで計測される。本明細書では、ネジを締め付けた回数や、前記ドライバ部18aの回転数を数えて記憶保持する動作を、特に「計測する」という。

【0016】入出力手段12は、前記記憶手段15に所定の設定に必要なデータ等を入力するためのスイッチ、ボタン等の入力デバイスと、数字や警告音等を出力又は表示するための液晶表示装置（LCD装置）、セグメント表示装置、発光ダイオード表示装置（LED表示装置）、スピーカ、圧電ブザー等の出力デバイスとからなる。これら以外にもいかなる入出力デバイスが適用可能である。

【0017】通信手段14は、本発明のネジ締め作業監視装置を外部の電子計算機端末機その他の端末機器と接続するための通信手順を制御したり、通信インターフェースを提供する。インターフェースとしては、好ましくはRS-232Cの規格を満たすものとするが、その他RS-432、SCSI、IEEE1394、USB等いかなる通信用インターフェースも適用することができるものとする。

【0018】記録手段16は、本発明のネジ締め作業監視装置を動作させるためのプログラムや、所定の設定値及び取得したデータ等を記録しておくための記録装置である。具体的には、図12に示すように、RAM（Random Access Memory）、ROM（Read Only Memory）等のメモリチップ50c、HD50e（Hard Disk）、CD（Compact Disk）及びMO（Magnetic Optical Disk）及びDVD（Digital Video Disk）等の光ディスク（又は光磁気ディスク）50a、FD50b（Flexible Disk/Floppy Disk）、FROM（Flash ROM）、EPROM（Erasable Programmable ROM）、EEPROM（Electrically Erasable Programmable ROM）等の消去可能なROM50dその他のいかなる記録装置（記録媒体）が適用でき、且つコンピュータ読取り可能であって、これらに限定されるものではない。

【0019】以上の各要素は、バスBで結合され、記録手段16に記録されているプログラムに従って、前記CPU10の制御によって適宜に読み取り、実行、書き込み等を行ない、本発明のネジ締め作業監視装置を動作させるものである。

【0020】次に、本発明のネジ締め作業監視装置の動作モードについて説明する。本発明のネジ締め作業監視装置は、動作パターンとして少なくとも3態様の動作を

することができる。まず、第1動作モードは、一台毎のワークWのネジ締め作業完了時に、フットスイッチを踏んだり、センサー等によって次のワークWが進入してきた際に、当該ネジ締め作業を監視して作業の良否を判断し、その工程にネジ締め忘れや不完全なネジ締めポイントがある場合にはランプ、警報音等で通知するモードであり、特に静止型作業ラインに好適である（第1実施形態）。

【0021】次に、第2動作モードは、ネジ締めが設定本数分完了すると、自動的に本発明のネジ締め作業監視装置の監視による回転数等の計測値がリセットされるモードで、具体的には、完全なネジ締めが完了した場合のみワークWを次工程に流したり、当該ワークWのネジ締めが完了しないと、電動ドライバ18の回転トルクが制御されて回転できないようにして、工程を増やせずにネジ締めの監視（管理）を行なうモードである（第2実施形態）。

【0022】次に、第3動作モードは、センサー等でワークWの進入を捉えたと、所定のタイマーが作動し、予め設定した時間内に所定の数のネジ締めに完了していないと、異常と判断して、ランプ、警報音等で通知するモードであり、特に移動作業型ラインに好適である（第3実施形態）。

【0023】ここで、上記の各動作モードにおいて共通に使用できる電動ドライバ18について詳述する。図2（A）は電動ドライバ18の構造図であり、図2（B）はその要部拡大断面図である。本発明のネジ締め作業監視装置は、電動ドライバ18のドライバ部18aの回転数を検出し、予め設定されている回転数と比較して、ネジ締め作業を監視して良否を判断するものである。

【0024】そのドライバ部18aの回転は、電動ドライバ18内に組み込まれている電動モータMの回転軸と結合することで実現される。したがって、ネジの回転数を計測するには、当該ドライバ部18aの回転数、即ち前記電動モータMの回転数を検出すればよい。前記電動モータMは、いかなるモータでもよいが、好ましくはパルス信号で回転が制御されるもの、即ち、パルスモータ、ステッピング（ステップ）モータ等を適用する。

【0025】電動モータMの回転数は、図2（B）のように、センサーを使って検出する。具体的には、前記ドライバ部18aは、反射リング18bに着脱困難なように挿通、固着又は一体形成される。これにより、両者の回転（角速度）は一致するので、ドライバ部18aの回転数の検出は、前記反射リング18bの回転数を検出すれば足りることとなる。

【0026】その反射リング18bは、その外周面の一部が平面（フラット面）状となるように切り落とされ（又は研磨等され）、平面18b₁を形成する。また、その平面18b₁の残りの外周面は、円弧状をなす弧状外周面18b₂を形成する。一方、ドライバ部18aの

長手方向の軸に平行となるよう適宜の位置には、反射型フォトセンサー等のセンサー18cが設けられている。

【0027】そのセンサー18cは、赤外線や光等を送信する送信部18c₁と、その送信された赤外線等が前記反射リング18bに反射して戻ってきたものを受信する受信部18c₂とを有する。送信部18c₁から送信された赤外線等は、前記反射リング18bの外周面で反射されるが、ちょうど前記平面18b₁がセンサー18cの内面と正対する位置まで回転すると、送信部18c₁からの送信された赤外線等は、受信部18c₂で受信される。即ち、前記平面18b₁において入射角と反射角とが等しくなるため、図2(B)のように送信された赤外線等が正しく受信できるようになる。このときの赤外線等の受信1回を、ドライバ部18aの1回転として計測する。

【0028】前記反射リング18bは、平面18b₁を白色に、その他の弧状外周面18b₂を黒色として、光等の反射率を好適なものにすることがある。このようにしてセンサー18cにて認識された「1回転」は、認識される毎にパルス等の信号が当該センサー18cから送出され(回転信号)、回転信号検出部11bによってその回転信号の検出された回数(回転数)が計測(積算又はインクリメント)される。本明細書では、特に「回転数」と言う場合は、前記反射リング(又は前記ドライバ部18a又は当該ネジ)の回転数をいうものとする。

【0029】また、本電動ドライバ18の側部には、電動モータMの回転を開始させるための開始スイッチ18eが設けられている。この開始スイッチ18eは、押下してる間はONとなって電動モータMの回転を許容し、手を離すと回転が止まるような接点スイッチでもいいし、一度押下すると常に接点をメークした状態を維持するトグルスイッチのタイプでもいいし、その他いかなるスイッチでも適用できる。いずれにしても、開始スイッチ18eが押下されると、パルス等の信号(回転開始信号)を送出するような構成とし、その送出された回転開始信号は、回転開始検出部11cにて検出される。

【0030】また、内蔵する電動モータMは、ネジ締め作業が正常に完了してそれ以上ドライバ部18aが回転しなくなると、回転限界に達して回転が停止したことを通知するパルス等の信号(回転限界信号)を送出する。その送出された回転限界信号は、回転限界検出部11dにて検出される。

【0031】また、当該電動モータMは、前記CPU10の指令信号に基づいて制御される回転制御部17によって、その回転を停止するように適宜に制御されることがある。具体的には、前記回転制御部17は、一定の場合に、前記CPU10の指令に基づいて、電動モータMの回転トルクを制御してその回転を停止させる構成とする。前記電動ドライバ18は、エンコーダを内蔵して回

転数を出力する構造とすることがある。

【0032】次に、本発明のネジ締め作業監視装置におけるネジ締め作業前の設定について図3と図4を用いて説明する。図4はその設定のフローチャートであり、図4(A)は本発明のネジ締め作業監視装置の正面図である。まず、装置の電源ボタン30を押下してONにする(S100)。そして、これからネジ締め作業を行なおうとするワークWに対応するバンク15d₁を選択する(S101)。

【0033】バンク15d₁とは、ワークW毎に対応して種々の設定を登録できる区切られたメモリ領域のことを言い、具体的には、少なくとも8つの記憶領域を、それぞれ第1乃至第8バンクとして、好ましくは前記設定記憶部15d内に設ける〔図9(A)参照〕。したがって、本装置は第1バンク乃至第8バンクのうち適宜のバンクに切り替えることによって、任意の種類のワークW、即ち異なる種類のネジが混在していても、対応する種々の設定を自動読込(ロード)することができる。

【0034】ここでは、図3(A)に基づいて、当該ワークWに対して第4バンクを割り当てるように登録することとする。即ち、バンク表示部32のバンクランプ32a、32a、…が「第4バンク」を表示するまで、設定表示部33の設定値入力ボタン33a又は33bを押下して指定することにより、当該第4バンクについての設定の登録を受け付ける状態になるので、これ以降の設定の登録は、当該ワークWに対応する第4バンクに対して登録することとなる。

【0035】次に、締付作業をすべきネジの本数を登録(設定記憶)する(S102)。例えば、当該ワークWのネジ締め箇所が15ヶ所ある場合は、設定値表示部33cが「15」という値を表示するまで、前記設定値入力ボタン33a又は33bを押下して設定記憶する。この値は、前記設定記憶部15dの第4バンクに対応して割り当てられたネジ数記憶部15c内の適宜の記憶領域に設定記憶するよう、CPU10が制御する〔図9(B)参照〕。このネジ数記憶部15cは設定記憶部15dと一体に設けることがある。また、後述するサンプリングによって自動的にネジ数の設定記憶(登録)を行なうことがある。

【0036】次に、当該ネジ締め作業の動作モードを登録する(S103)。ここでは、前記第1動作モードにて動作するよう、前記設定値入力ボタン33a又は33bを押下して登録する。この値は、第4バンクに対応する設定項目「動作モード設定」の指し示すポイントが、プログラム記憶部16aに予め記録されている「第1動作モード」の実行プログラム別格納領域のヘッダを参照することで関連付けられ、その結果、動作モードが「第1動作モード」として登録される〔図9(C)参照〕。

【0037】次に、ネジ締付作業におけるネジの回転数のサンプリングを行なう(S104)。「サンプリン

グ」とは、ワークWに締付けるべきネジの回転数（ネジ長）及びその本数を本発明のネジ締め作業監視装置に登録（設定記憶）するために行なう、予備的ネジ締付作業を言う。ここでは、15本のネジ締付作業を当該ワークWについて行なう。まず前記設定値入力ボタン33a又は33bを押下して、「ネジ回転数自動サンプリングモード」を選択する〔図9（B）参照〕。その後、一つの当該ワークWについて実際と全く同じ手順及びスピード等にてネジの締付を行なう（S105）。即ち本装置は、当該ネジ1本毎に回転数を読み取り、先に設定したネジ締め本数（S102）分のネジを締め終わると、最も少なかった回転数の80%の値を算出して、設定記憶部15dの適宜の記憶領域に設定記憶する（S106）。

【0038】もし、ネジ締めのサンプリング取得中に、不完全なネジ締め状態となった場合は、カウントリセットボタン35を押下して〔図3（A）参照〕、S104に戻って再度サンプリングを始める。

【0039】本装置では、S102で締めつけるべきネジ本数を手入力で設定記憶したが、これを省略し、S104でネジ回転数（ドライバ18a回転数）のサンプリングを行なうと同時に、締めつけたネジ本数をも計測して、自動的に当該ネジ本数を前記ネジ数記憶部15cに設定記憶することがある。この場合はS102を削除する。

【0040】ここで行なわれるサンプリングは、前記検出手段11にて計測される。即ち、まずドライバ部18aの回転開始が検出され、その後回転数がセンサー18cによって計測され、回転の停止が検出されることによって、ネジ1本あたりの回転数が計測され、各ネジ毎の回転数は、記憶手段15のサンプリング回転数記憶部15aに逐次記憶され、上述のようにその中で最も少なかった回転数の70%乃至95%とした所望の値、好ましくは75%乃至90%とした所望の値、より好ましくは80%とした値が設定記憶部15dに設定記憶されるよう、CPU10によって制御される。ここで設定記憶される値は、本明細書では、回転数の下限値としての「下限設定回転数」と言うことがある。

【0041】更に、前記設定回転数の105%乃至140%、好ましくは115%乃至130%、より好ましくは120%とした値を、回転数の上限値としての「上限設定回転数」として、前記下限設定回転数とともに前記サンプリング回転数記憶部15a等に設定記憶することがある。更に、前記下限設定回転数と上限設定回転数とを総称して、単に「設定回転数」と言うことがある。前記80%、120%等の好ましいとされる値は、作業者により任意に変更可能なものとする。

【0042】以上のサンプリングは、作業者の必要に応じて何度でも実施することができる。即ち、同一ワークWについて、再度サンプリングを実施して、より高い精度で回転数を自動的に設定記憶させる場合は（S10

8）、2度目のサンプリングを実行する（S104）。当該2度目のサンプリングで得られる設定回転数は、1回目のサンプリングで設定記憶した記憶領域とは別の記憶領域に設定記憶するとともに、1回目のときの設定回転数との平均が演算される（S107）。ここで平均化された設定回転数は、以降の本装置の動作において、アクティブな設定回転数として取り扱われる。

【0043】本明細書では、「設定記憶する」とは、バックアップ用電源（リチウム電池、ボタン電池、ニッカド電池、商用電源その他のいかなる電源。）又は前記F ROM、E PROM、EEPROM等を使って、特に本装置の電源をオフとしたときでも記憶内容を保持するような記憶態様を言う。

【0044】図3（A）において、ブザーリセットボタン34は警報音を止めるボタンである。図3（B）において、ドライバ端子36aは前記電動ドライバ18に接続される。トランス端子36bは図示しないトランスに接続することがある。出力端子36cは外部装置に接続することがある。これら、ドライバ端子36a、トランス端子36b、出力端子36cとを総称して「第1端子部」と言うことがある。

【0045】同じく、図3（B）において、通信端子37aは、外部の端末40やリンクユニット42等と接続して通信を行なうための通信インターフェースとして使用される端子である。コネクタ37bは、図示しない外部モニターや種々の制御機器と接続するための端子である。これら通信端子37aとコネクタ37bとを総称して「第2端子部」と言うことがある。該第2端子部は、図1のインターフェース部14bに対応するものである。本明細書で、「サンプリング」とは、一つのワークWに関してネジ1本あたりの締付に要するドライバ18aの回転数を計測して前記記憶手段15にそれぞれ記憶することを言う。

【0046】次に、上記の設定作業完了後の、本発明のネジ締め作業監視装置に係るネジ締め作業監視プログラムの実行フローについて説明する。図5は、そのネジ締め作業監視プログラムの実行処理に係るフローチャートである。当該プログラムは、記録手段16のプログラム記録部16aにコンピュータ読出しのみ可能にて記録されている。また、当該プログラムが処理の実行に不可欠な種々のパラメータ等はデータ記録部16bに記録しておくことがある。

【0047】まず、ネジ締めを行なう対象物であるワークWは、所定の作業領域に設置されているものとする。前記ドライバ部18aの回転数に係る初期値を「0」にするため、前記検出回転数記憶部15bに記憶されている値を初期化する（S500）。そして、電動ドライバ18のドライバ部18aの回転を許容するため、回転トルクが制限されていれば、その制限を解除するよう、CPU10が回転制御部17に対して指令する（S50

1)。

【0048】そして、作業者が電動ドライバ18の前記開始スイッチ18eを押下すると、前記回転開始検出部11cが、パルス等の回転開始信号を検出する(S502)。次に、当該ドライバ部18aが回転すると、それによっても前記反射リング18bも回転するので、1回転毎に前記センサー18cによってパルス等の回転計測信号が生成され、その回転計測信号は前記回転信号検出部11bにて検出される(S503)。

【0049】回転信号検出部11bが回転計測信号を検出する毎に、CPU10が変数としての「回転数」を1ずつ増加させる演算をして(S504)、前記検出回転数記憶部15bの適宜の記憶領域に記憶する(S505)。

【0050】ここで、ネジ1本の締付作業が終わると、当該ネジはそれ以上回転させることができなくなるので、前記ドライバ部18aの回転が停止する。このとき、前記電動モータMの回転軸の回転も停止するので、前記回転限界検出部11dが回転限界信号を検出する(S506)。これにより、ネジ1本の締付が終わったものと認識される。1回転してまだ回転限界信号が検出されない場合は、当該ネジがまだ回転し得ると判断されるので、引き続き回転数を計測するために、S503に戻る。

【0051】次に、比較手段13の回転数比較部13aは、予め設定されている回転数と、今、実際に計測して記憶された回転数とを比較する(S507)。具体的には、回転数比較部13aは、CPU10の指令に基づき、S106で記憶されたサンプリング後の設定回転数を、前記サンプリング回転数記憶部15aから読み出して、記憶手段15等に適宜に設けられた図示しないワーキングエリア(メモリ上の作業領域)に一時記憶し、且つ、S505で記憶された、当該ネジ締め作業で計測された回転数とについて、大小関係を比較する。

【0052】このとき、前記設定回転数以上であって、且つ、S104でサンプリングされた回転数の平均値の120%とした値以下であれば、当該ネジ締付は正常(完全な締付)であると判断され(S507)、CPU10は、締付回数を1だけ増加する演算を実行するように締付回数計測部19に指令する。当該演算後の締付回数は、前記記憶手段15等の適宜のワーキングエリアに記憶される(S508)。「完全な締付」とは、二度締めや斜め締め等の不完全な締付ではなく、所定位置に正しく適切なネジが締付けられていることを言う。

【0053】次に、CPU10は、締付回数比較部13bに、当該演算後の締付回数と、S102で前記ネジ数記憶部15cに記憶されたネジ数とを比較する(S509)。即ち、当該ワークWについて締めつけたネジ数が、本来締付けるべきネジ数に達していない場合は、まだ締付けていないネジを締付ける作業に戻り(S50

2)、達している場合は、当該ワークWに対するネジ締付作業が完了する(S510)。

【0054】そのとき、計測表示部31のOKランプ31aが点灯し、且つ、締付回数表示部31cに、締付をした回数(この場合は15回)が表示されるようにすることがある〔図3(A)参照〕。

【0055】一方、S507で、計測された回転数が一定の範囲にない場合、即ち設定回転数の範囲内でない場合で、更に前記上限設定回転数以上である場合は(S511)、S506でネジの締付をしたにも関わらず、一定の回転数を超過してドライバ部18aが回転しているという状態の可能性が高い。そこで、そのネジ締付作業に限っては、ドライバ部18a(又は電動モータM)が回転したままの状態、即ち直径が合わないような不適切なネジ孔にネジを締付けようとしていると判断して、CPU10は、回転トルクの制限を行なって前記電動モータMの回転を停止させるよう、回転制御部17に指令する(S512)。

【0056】その場合は、作業員が電動ドライバ18の開始スイッチ18eを押下してもドライバ部18aが回転しないので、作業者は点検を行ない、ネジ締め不良箇所を正しく締付ける(S513)。正しくネジ締めができた場合は、締付回数が1だけ増加(インクリメント)されて、正常な処理フローに復帰する(S508)。

【0057】ここで、S507及びS511で、前記設定回転数の範囲外を異常な締付として計測から排除することとしたが、これは作業者の設定によって任意の値に変更することができる。その場合は、図9(B)に示す設定項目に回転数上限の設定項目を追加して設け、CPU10が、記憶手段15又は記録手段16の適宜の記憶領域又は記録領域に記憶又は記録するよう制御する。

【0058】ここで、ネジ(又は前記ドライバ部18a又は前記電動モータM)の回転数による上述のような計測及び制御に関して、ネジの回転数と当該ネジのネジ長とがほぼ比例する事実から、本明細書においては計測された回転数をネジ長に換算して(置換して)取り扱うことがある。

【0059】具体的には、回転数が計測されると、その値から一般にネジ長が算出できるので、例えばS106及びS107等における「設定回転数」を「設定ネジ長」と読み替えて、前記設定記憶部15d等に設定記憶する構成とする。このとき、前記設定記憶部15dに記憶される設定ネジ長等の値は、図13(B)のように、検出された回転数から算出されたネジ長を基にした所定の割合の値となる。「締付順序」は、図13(A)のネジ孔 P_1 、 P_2 、… P_8 の順序と等しい。

【0060】その図13(B)は、ワークWにおいて、ネジ孔 P_1 乃至 P_8 に、長さ8mmの短ネジ N_s と長さ16mmの長ネジ N_L とを図13(A)に示す順序で締付ける作業で、そのサンプリングを2回行なったときの

計測値例を示す。例えば、第1回目と第2回目のサンプリングでは、ネジ孔 P_1 に短ネジ N_0 を締付ける工程を1番目の締付、ネジ孔 P_2 に長ネジ N_L を締付ける工程を2番目の締付、…というように、締付位置をそれぞれ対応させる。

【0061】ここで、3番目に締付けるネジ(ネジ孔 P_3)について着目すると、第1回目のサンプリングでは回転数が31.0回であり、当該回転数に対応する理論値としてのネジ長はCPU10の演算によって略半分の15.5mmと求まる。次に、同じネジ孔 P_3 について再度サンプリングをした場合(2回目)は、回転数が31.0回、当該回転数に対応する理論値としてのネジ長は15.5mmと求まる。これらの値は前記サンプリング回転数記憶部15a等に記憶されるようCPU10によって制御される。

【0062】そして、CPU10は、都合2回のサンプリングに渡って得られた回転数とネジ長のそれぞれについて、平均値を求める演算を行なう。その結果は、前記サンプリング回転数記憶部15a等の別の記憶領域内、若しくは前記2回のサンプリングによる値が記憶された記憶領域等に上書きして、記憶する制御を行なう。以降は、S507、S511等における「回転数」を「ネジ長」と読み替えた処理が行なわれる。即ち、図13

(B)の「平均ネジ長」として記憶された値から上限設定ネジ長及び下限設定ネジ長とがCPU10によって演算され、これらが、前記設定記憶部15d等から適宜に読み出されて、S507、S511等の処理が実行される。

【0063】以上のような処理(演算)は、ネジ締め作業監視プログラムとして実現し、該ネジ締め作業監視プログラムを記録媒体に記録して提供することがある。その記録媒体は、図12に示すように、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)等のメモリチップ50c、HD50e(Hard Disk)、CD(Compact Disk)及びMO(Magnetic Optical Disk)及びDVD(Digital Video Disk)等の光ディスク(又は光磁気ディスク)50a、FD50b(Flexible Disk/Floppy Disk)、FROM(Flash ROM)、EPROM(Erasable Programmable ROM)、EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM)等の消去可能なROM50dその他のいかなる記録装置(記録媒体)が適用でき、且つコンピュータ読取り可能であって、これらに限定されるものではない。

【0064】次に、本発明のネジ締め作業監視装置の好適な第1実施形態として、前記第1動作モードについて説明する。図6は、第1動作モードに係るネジ締め作業監視プログラムの実行フローチャートである。作業員が、新規なワークWについてネジ締め作業を開始し(S200)、当該ネジ1本について締付作業を完了した場合(S201)、CPU10は締付回数を1だけ増加さ

せる演算を実行するよう前記締付回数計測部19に指令する(S202)。その締付回数は締付回数表示部31cに表示される(S203)。

【0065】そして、締付回数比較部13bは、CPU10の指令に基づき、当該締付に係る締付回数と、前記ネジ数記憶部15cに記憶された設定ネジ数とを比較する(S204)。その結果、一致する場合は、当該ワークWに対して所定本数のネジを締付ける作業が完了したものと認識され、計測表示部31のOKランプ31aが点灯し(S205)、ドライバ部18aが回転しないよう回転制御部17がCPU10の指令に基づいて電動モータMの回転トルクを制限する(S206)。このとき、作業完了を通知するビーブ音、チャイム音、ブザー音等の通知音を出力するようにすることもある。

【0066】ここで、作業者は、入力部12aに接続されている図示しないフットスイッチ等を足で踏みつける(S207)。その結果、当該フットスイッチに内蔵されるスイッチの接点がメークすることで生成される信号に基づいて、CPU10が前記OKランプ31aを復帰させて消灯するように構成することがある(S208)。前記フットスイッチは、フットスイッチの他に、手で押下するタイプのスイッチその他のいかなるスイッチであっても適用することができるものとする。

【0067】そして、CPU10は、前記締付回数計測部19が計測して記憶した締付回数の値を0にするため初期化を実行して(S209)、電動モータMの回転トルク制限を解除し、次のワークWに対するネジ締付作業に備える(S210)。

【0068】一方、S204で計測された締付回数が所定の設定ネジ数に達していない場合は、それが前記フットスイッチの踏み付けがされていないければ、まだ他にネジを締付けるべき箇所が当該ワークWに存在すると認識して、S200に戻り、作業者は更にネジ締め作業を行なう(S211)。

【0069】また、S211でフットスイッチが踏まれた場合は、作業者は当該ワークWに対して全てのネジ締付作業を完了したと思ってフットスイッチを踏み込んだものとして、それまでのネジ締め作業を不完全なものと判断すべく、CPU10は出力部12bに対してNGランプ31bを点灯させるよう指令する(S212)。このとき、当該ネジ締め作業が不完全であることを警告するため、出力部12bとしてのスピーカ等から警報音を出力して、作業者に警告する(S213)。

【0070】そして、例えば一定時間経過後(所定のタイマーが満了後)、CPU10は前記NGランプ31b等を復帰させ(S214)、作業員は、二度締め、斜め締め、締め忘れ等の不完全な締付箇所を点検して、再度完全にネジ締めする(S215)。この状態では、計測された締付回数は設定ネジ数よりも少ないので、その再締付作業が完了したら、締付回数を1だけ増加させる

(S202)。全ての不完全な締付箇所の締付を完了したら、S204で設定ネジ数と一致することになるので、以降はS205等の正常なストリームに戻る。ここで、本実施形態においては、S212とS213の順は入れ替わることもある。

【0071】次に、本発明のネジ締め作業監視装置の好適な第2実施形態として、前記第2動作モードについて説明する。図7は、第2動作モードに係るネジ締め作業監視プログラムの実行フローチャートである。S301までは前記第1動作モードと同じ処理である。

【0072】S302で、図4のS104及びS105で実行される処理、即ち所定の信号を検出して、ネジ1本毎に、当該締付が正常か否かを判断する処理を実行する。その締付が正常であれば、CPU10はS303乃至S305に示す処理を実行するが、これは前記第1動作モードにおけるS202乃至S204と同じ処理である(図6参照)。

【0073】S305で、設定ネジ数と同じ数だけ締付回数が計測されれば、当該ワークWの全てのネジ締付箇所にネジの締付を完了したことになるので、CPU10は前記OKランプ31aを点灯させる(S307)。また、前記出力部12bによって警報音を出力させることもある(S308)。このOKランプ31aの点灯等は、一定時間経過後に自動的に復帰するようにするため(S310)、タイマー手段Tの第1タイマーT₁によって点灯時間又は警報音出力時間を制限する(S306、S309参照)。そして、CPU10は、記憶した締付回数を0にするため、初期化を行なう(S311)。

【0074】一方、S302で、作業員が1本のネジ締めを完了したと思っていても、不完全なネジ締め等によって、所定の回転数を超えて電動モータMが回転し、回転限界信号が検出されない場合がある。その場合は、CPU10は前記NGランプ31bを点灯し、また、出力部12bによって警報音を出力する場合もあるが、これらによって作業者に当該ネジ締めが不完全であることを通知する(S312、S313)。

【0075】そして、例えば一定時間経過後に警告に係る点灯、警報音等の出力をやめ、作業員がネジ締めの不完全な箇所を点検して、再度ネジ締めを行なう(S315)。その結果、完全なネジ締めが行なわれると、正常な処理フローに戻って、締付回数が正常に1だけ増加する演算が行なわれる(S303)。以降は、正常な場合の処理ストリームに従う(S304以降)。ここで、S312とS313は順が入れ替わることがある。S307とS308も入れ替わることがある。また、本実施形態では、ネジ締めの正常判断(S302、S312乃至S315)を省略することがある。

【0076】次に、本発明のネジ締め作業監視装置の好適な第3実施形態として、前記第3動作モードについて

説明する。図8は、第3動作モードに係るネジ締め作業監視プログラムの実行フローチャートである。まず、図10のように、ワークWが作業台20上に進入する(S400)。すると、その作業台20に備え付けられた近接センサー21又はリミットスイッチ22等はワークWが載置されたことを検知して検知信号を送出し、センサー検出部11aはその検知信号を検出する(S401)。前記リミットスイッチ22は、端子22aが当該ワークWに接触して接点がメークされONとなる構成である。

【0077】この時点で、もしOKランプ31a等が点灯等していれば、それらを復帰する(S402)。そして、電動モータMの回転トルクが制限されていれば、それを解除する(S403)。S405、S406、S407、S409、S410、S411に係る処理は、前記第1動作モードにおけるS200乃至S206と同一である。

【0078】ここで、前記近接センサー21及びリミットスイッチ22等その他の、ワークWの進入を検知するためのいかなるセンサー及びスイッチ類等を、本明細書では総称して「ワークセンサー」ということがある。S412では、そのワークセンサーをOFFとして、次のワークWの進入に備える。次のワークWが進入してくれば、処理はS401に戻り、なければ終了する(S413)。ここで、S401、S402、S403は順が入れ替わることがある。S410、S411、S412も入れ替わることがある。S415、S416も入れ替わることがある。また、前記ワークセンサーは、磁気センサーとすることがある。

【0079】本実施形態においては、ワークWが進入してから所定時間内に、ネジ数記憶部15cに記憶されたネジの本数全ての締付作業を完了しない場合は、そのネジ締付作業を不完全と判断する構成としている(S415乃至S418)。その後、不完全な箇所のネジを締付ければ、ネジ締付作業が完了と判断される(S410以降)。そのため、当該所定時間を監視するために、第2タイマーT₂を設けて制限時間内の作業完了を監視する(S404及びS408)。

【0080】S408で、前記第2タイマーT₂が満了する前であって、全ネジ締付作業が完了していない場合は、単に作業完了に時間を要しているだけであって、不完全な締付箇所があるものではないと判断して、S405に戻り、作業員は引き続きネジ締付作業を行なう(S414)。前記ワークWは、作業台20の固定具20aによって留める構成とすることがある(図10参照)。

【0081】次に、本発明のネジ締め作業監視装置は、パーソナルコンピュータ又は専用電子計算機端末等の端末40と接続して、計測された諸データをその端末40に保存させることもできる(図11参照)。具体的には、本発明のネジ締め作業監視装置のインターフェース

部14bは、RS-232C、RS-422等の規格化通信インターフェースであり、シリアル又はパラレルの通信ケーブル41、又は図示しない赤外線接続装置等で前記端末40に接続する。

【0082】その端末40は、表計算ソフトウェアや統計ソフトウェア等が実行可能であり、本発明のネジ締め作業監視装置から伝送された種々の計測データを読み込んで、統計解析、分析、保存等が可能である。また、逆に、当該端末40から本発明のネジ締め作業監視装置の前記バンク15d₁を、ワークW毎に対応して切替えたり、前記第1乃至第8バンクに対応した各設定項目〔図9(B)参照〕を設定するために切り替えたりすることもできる。

【0083】更に、本発明のネジ締め作業監視装置は、網制御装置であるリンクユニット42を介してLAN(Local Area Network)、WAN(Wide Area Network)、ETHERNET等のネットワーク43に接続して使用することもある。具体的には、図11のように、各リンクユニット42と本発明のネジ締め作業監視装置とが、前記インターフェース部14bを介して通信ケーブル41にて接続される。そのリンクユニット42とは、本発明のネジ締め作業監視装置をネットワーク43上に接続して前記端末40と通信を可能にするための網制御装置であり、通信プロトコルの制御、物理的インターフェース変換、電圧制御、ネットワークアドレス制御、マックアドレス制御等の種々の制御を適切に行なうものである。

【0084】前記リンクユニット42は、それぞれ10BASE-Tや100BASE-T、2線ペアケーブル、赤外線インターフェース等にてネットワーク43に接続されている。当該ネットワーク43の終端は適切な値の図示しない終端抵抗(ターミネータ)で終端されることが好ましい。このようにすることで、前記端末40から、当該ネットワーク43に接続された複数のネジ締め作業監視装置のそれぞれを個別に遠隔設定したり、また、計測されたデータを個別にダウンロードすることもできる。

【0085】前記インターフェース部14bは、通信制御部14aによって制御される。この通信制御部14aは、CPU10の指令に基づいて、又は単独で、キャリア検出、ハンドシェイク、ネゴシエーション、データ送受信等の種々の制御を行なうものであり、A/D変換やD/A変換、シリアル/パラレル変換等も行なうことがある。また、前記計測表示部31と、設定表示部33の設定値表示部33cは、前記出力部12bに対応することがある。設定値入力ボタン33a及び33b、ブザーリセットボタン34、カウントリセットボタン35は、前記入力部12aに対応することがある。

【0086】以上のネットワーク構成とすることによって、ホスト(サーバー)となる端末40によって、複数の本発明に係るネジ締め作業監視装置の動作をリアルタイムに把握することができるので、少ない人員で、多元

的なネジ締め作業の監視をすることができる。即ち、少ない人員でも工程管理の監視を確実にこなうことができるので、人件費の削減が実現できるほか、作業監視の確実、作業履歴の保存と分析等も実現することができ、生産性の飛躍的向上を図ることができるという優れた効果を有する。

【0087】以上、本発明のネジ締め作業監視装置は、ドライバ部18a(又は電動モータM又はワークWに締付けるネジ)の回転数を計測してネジ締付回数を計測する構成としたが、回転数の代わりに回転時間を計測してネジ締付回数を計測することがある。また、図4乃至図8における実施形態では、主に回転数でネジ締付作業を制御しているが、既に記載した通り、回転数に対応するネジ長によって制御することがある。

【0088】

【発明の効果】請求項1の発明では、電動ドライバ18におけるドライバ部18aの回転を検出する検出手段11と、該検出手段11が検出する回転数から決定されるネジ長をネジ1本毎に記憶する検出回転数記憶部15bと、ネジ締め作業前のサンプリングにて得られる回転数から決定されるネジ長を記憶するサンプリング回転数記憶部15aと、該サンプリング記憶手段15aに記憶されるネジ長の所定の割合とした設定ネジ長を設定記憶する設定記憶部15dと、1個のワークWに締付けるべきネジ数を設定記憶するネジ数記憶部15cと、当該ワークWに対して何本目のネジの締付かを計測する締付回数計測部19とを設け、前記ネジ数記憶部15cに設定記憶されるネジ数と前記設定記憶部15dに設定記憶される設定ネジ長とが、前記サンプリング毎にそれぞれ設定記憶されるネジ締め作業監視装置としたことにより、以下の優れた効果を有する。

【0089】即ち、ネジ(ドライバ部18a)の回転を検出する検出手段11を設け、その回転数から算出されるネジ長と、当該ワークWに対して締め付けるべきネジの本数とを設定記憶する、設定記憶部15dとネジ数記憶部15cとを設けた構成としたことにより、まず、ネジ締付の計測を、回転時間ではなく回転数によって制御することができる。その結果、極めて短いネジの締付であっても、測定誤差範囲等に関係なく、締付完了を確実に検出することができる。

【0090】その結果、係る短いネジの締付作業においても、二度締めによる締付忘れや、不完全なネジ締付を確実に検出することができるようになるので、ネジ締付作業における工程管理の品質を飛躍的に強化することができる優れた効果を有する。

【0091】更に、締付けるべきネジ本数と前記回転数から決まるネジ長とをサンプリング毎に設定記憶することができる構成としたことにより、通常の締付作業と変わらないサンプリングをするだけで、自動的にそれらの値を設定記憶(登録)することができる。

【0092】その結果、従来のような手入力による前記ネジ本数等の設定作業を省くことができるので、ネジ締付作業工程の合理化と作業時間の大幅な短縮を図ることができるという優れた効果を有するほか、人為的な設定間違いを未然に防止することもできるので、締付作業のQC (Quality Control) を引き上げ、歩留まりの向上等も図ることができるという優れた利点も有する。

【0093】請求項2の発明では、請求項1記載において、同一ワークWに対してネジ長が各々異なるネジ締付のサンプリングを複数回行なう場合は、当該ネジ長のそれぞれは締付順にサンプリング回転数記憶部15aに記憶され、且つその記憶されるネジ長は対応する締付順毎の平均値とするネジ締め作業監視装置としたことにより、以下のような優れた効果を有する。

【0094】即ち、請求項1の発明による優れた効果に加えて、同一ワークW内で締め付けるべきネジ長が異なる場合であっても、当該ネジ長のそれぞれは締付順にサンプリング回転数記憶部15aに記憶され、且つその記憶されるネジ長は対応する締付順毎の平均値とする構成としたことにより、まず、同一ワークW内に長さの異なるネジが複数あっても、サンプリングで得られるネジ長を、サンプリング毎に記憶し、しかも締付順に対応して記憶することができる。

【0095】その結果、締付順に、サンプリングで得られるネジ長 (回転数) の平均値を算出することができるので、異なる長さのネジが混合するような締付作業であっても、精度の高い計測が確実にでき、ネジ締付作業の大幅な効率化と歩留まりの飛躍的な向上を図ることができるという優れた効果を有する。

【0096】請求項3の発明では、電動ドライバ18におけるドライバ部18aの回転を検出する検出手段11と、該検出手段11が検出する回転数をネジ1本毎に記憶する検出回転数記憶部15bと、ネジ締め作業前にサンプリングして得られる回転数を記憶するサンプリング回転数記憶部15aと、該サンプリング回転数記憶手段15aに記憶される回転数の所定の割合とした回転数を設定記憶する設定記憶部15dと、1個のワークWに締め付けるべきネジ数を設定記憶するネジ数記憶部15cと、当該ワークWに対して何本目のネジの締付かを計測する締付回数計測部19と、前記検出手段11が検出する回転数と前記設定記憶部15dに設定記憶される回転数とを比較し、且つ、ネジの締付毎に計測されるネジ締付回数と前記ネジ数記憶部15cに記憶される設定ネジ数とを比較する比較手段13とを設け、前記締付回数計測部19は、検出される回転数が一定の範囲にある場合のみ完全な締付であると判断してネジの締付回数を計測するネジ締め作業監視装置としたことにより、以下のような優れた効果を有する。

【0097】まず、本発明は、ネジ1本あたりの締付完了をドライバ部18aの回転数 (又は電動モータMの回

転数又はネジの回転数) で把握するために、サンプリングした回転数を記憶するサンプリング回転数記憶部15aと、該サンプリング記憶手段15aに記憶される回転数の所定の割合とした回転数を設定記憶する設定記憶部15dと、実際のネジ締付作業におけるネジの回転を検出する検出手段11と、前記サンプリングした回転数と検出された回転数とを比較する比較手段13とを設けた構成としたことにより、従来のように回転時間で締付完了を判断するのではなく、回転数で締付完了を判断できるので、確実にネジの締付作業の完了、不完了を判断することができる。

【0098】具体的には、まず、ネジの締付毎の回転数をサンプリングして記憶するサンプリング記憶手段15aを設けたことによって、予め当該ワークWに締め付けるべきネジのそれぞれの回転数を記憶することができるようになった結果、種々のワークWのそれぞれに対応する各種設定に必要な基礎的数値の回転数を学習 (設定登録) することができるので、従来のようにネジの長さを事前に測って手作業で入力する等の面倒な工程を必要とせず、作業者は平常のように当該ワークWにネジを締めつける作業を1ワークW分について行なうだけで、最も面倒な設定を極めて簡便に行なうことができるという極めて優れた効果を有する。

【0099】しかも、そのサンプリングで得られた回転数のうち最も少ない回転数の所定の割合 (本明細書の各実施形態では80%又は120%としたが、適宜に変更可能である。) の回転数を記憶する設定記憶部15dを設けたことによって、ネジ締付作業の完了、不完了を判断する基準となる値 (回転数) を設定記憶しておくことができる。その結果、同一ワークWについては、当該設定記憶を行なったバンクを呼び出すだけで、本装置をその設定記憶した値で動作するようにすることができるので、設定作業の著しい簡略化及び設定作業の煩わしさの解消を実現することができ、ひいては作業者の錯誤を誘導することもなくなるという極めて優れた効果をもたらすことができる。

【0100】更に、前記設定記憶された回転数の所定の割合の回転数を下限に、その回転数以下の回転でネジ締めの完了が検出された場合 (即ち、回転制限信号が検出された場合) は、当該ネジは本来の回転数よりも少ない回転しかしていないことがわかる。その結果、当該ネジ締め作業は、何らかの不完全な箇所があると判断されて締付回数が計測されず、例えば同一のネジに対して二度締めをした場合や、斜め締めをした等の原因によって、本来の回転数よりも少ない回転でドライバ部18aの回転が停止したことを作業者が知るに至る。したがって、作業者は、その締付不完全な箇所について再度ネジ締めを行なえば、当該ネジ締めに完全に終了 (完了) することができ、特に、当該締付作業に係るネジが短いものであっても、確実にネジ締め忘れや不完全ネジ締めを検出

することができ、重大クレームやロット回収等の企業経営を揺るがすような諸問題の発生を未然に防止することができるという極めて優れた利点もある。

【0101】更に、前記締付回数計測部19は、検出される回転数が一定の範囲にある場合のみ完全な締付であると判断してネジの締付回数を計測することとしたことによって、同一締付作業について同じ長さのネジを誤まって締めしまった場合でも、一定の回転数以上ドライバ部18aが回転して当該ネジ締め作業が不完全であることが検出されるので、ネジが必要以上に回転していることを作業者が確実に知ることができる。その結果、当該ワークWの一部を破損する前にそのネジ締めを確実に停止することができるので、当該ワークWがプリント基板のような比較的壊れ易い物品であっても破損させることがなくなり、歩留まりや生産性の向上、弁償金支払いの抑制等を効果的に実現することができるという極めて優れた利点もある。

【0102】次に、請求項4の発明では、請求項3記載において、前記比較手段13による前記ネジ締付回数と前記設定ネジ数との比較が一致しない場合に、NGランプ31bを点灯し、又は警報音を出力するネジ締め作業監視装置としたことによって、請求項1の発明による優れた効果に加え、以下のような利点が生じる。

【0103】即ち、実際のネジ締付回数と、予め設定記憶した締めつけるべきネジの本数とが一致しない場合を不完全なネジ締め作業であると判断して、作業NGランプ31bを点灯し、又は警報音を出力する構成としたことにより、その不完全なネジ締め作業が発生すると、作業者の視聴覚に能動的に当該異常の発生を通報することができるので、作業者は確実に不完全なネジ締め作業の発生を知ることができる。その結果、作業者は直ちに当該不完全箇所を締め直すことができるので、不完全なネジ締付を含む不良品の出荷を未然に防止することが更に確実にできるという極めて優れた効果がある。

【0104】次に、請求項5の発明では、請求項3又は4記載において、検出される回転数が、前記設定記憶部15dに設定記憶される回転数より少ない場合に、NGランプ31bを点灯又は警報音を出力するネジ締め作業監視装置としたことにより、請求項1又は2の発明による極めて優れた効果に加え、以下のような顕著な効果も有する。

【0105】即ち、検出される回転数が、前記設定記憶部15dに設定記憶される回転数より少ない場合に、NGランプを点灯又は警報音を出力する構成としたことによって、ある程度の本数のネジ締め作業をした段階で不完全なネジ締め箇所の検出をする前に、1回1回(1本1本)のネジ締付作業工程において、逐一その締付が完全か否かの判断を行なうことができるので、不完全なネジ締めを行なったその場で直ちに作業者はその不完全な締付箇所を知ることができる。

【0106】その結果、作業者は迅速且つ確実に不完全なネジ締め作業の発生を知ることができるので、直ちに当該不完全箇所を締め直すことができる、不完全なネジ締付けを含む不良品の出荷を更に早い段階で未然に防止することが確実にできるという極めて優れた効果を有する。

【0107】次に、請求項6の発明では、請求項3、4又は5記載において、作業台20にワークWが進入したことを検出するワークセンサー21又は22と、該ワークセンサー21又は22のONを検出するセンサー検出部11aと、該センサー検出部11aが前記ワークセンサー21又は22のONを検出すると開始する第2タイマー T_2 とを設け、該第2タイマー T_2 の満了前までに全ネジ締付作業が完了した場合に、OKランプを点灯し、又は警報音を出力するネジ締め作業監視装置としたことにより、請求項1、2又は3の発明による極めて優れた効果に加えて以下の優れた効果を有する。

【0108】具体的には、第2タイマーの満了前までに全ネジ締付作業が完了した場合に、OKランプを点灯し、又は警報音を出力する構成としたことによって、不完全な締付箇所の発生をネジの締付回数等のみで検出するだけでなく、所定時間内に終わらなかったネジ締付作業をも不完全な締付箇所が発生したものと判断することにより、工程を二重に監視することができるので、更に確実に、漏れのないネジ締め作業の監視をすることができるという極めて優れた利点がある。

【0109】次に、請求項7の発明では、締付けるべきネジの本数を設定記憶するステップと、ドライバ部の回転開始を検出するステップと、ドライバ部の回転毎に生成される回転計測信号を検出するステップと、前記回転計測信号が検出される毎に回転数の値を1ずつ増加してネジの締付毎に検出される回転数を記憶するステップと、ドライバ部の回転停止を検出するステップと、検出される回転数が一定の範囲にある場合のみ完全な締付であると判断してネジの締付回数を計測するステップと、前記ネジの締付毎に計測される締付回数と前記設定記憶されるネジ数とを比較して一致する場合のみOKランプを点灯し、又は警報音を出力するステップとをコンピュータに実行させるネジ締め作業監視プログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体としたことにより、以下のような極めて優れた効果を有する。

【0110】具体的には、回転数によって1本のネジ締め作業の完了、不完了を判断するステップと、完了したネジ締め作業を締付回数1回と計測するステップと、その計測された締付回数と設定記憶される締付けるべきネジの本数とを比較するステップと、その比較の結果が一致した場合のみ完了を視覚的に通報するステップとをコンピュータに実行させるネジ締め作業監視プログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体とした構成により、当該プログラムを一の記録媒体、例えば本装置

から取外し可能に設けたROMとすることができる。

【0111】その結果、本発明のネジ締め作業監視装置を動作させる中核となる当該プログラムを改良、アップグレード、アップデート等したときでも、容易に且つ迅速にその改良後のネジ締め作業監視プログラムを提供することができるので、最新のプログラムを確実にユーザーに提供することができる。

【0112】更に、本ネジ締め作業監視プログラムをハードウェア〔（トランジスタ、ダイオード、IC（Integral Circuit））で実行する場合に比べて、使用する部品点数を大幅に削減することができる。その結果、前記ハードウェアの不良、故障による原因で本装置が動作しなくなるという不都合の発生の大部分を予め回避できるという極めて優れた効果を有する。

【0113】更に、ハードウェアのみで動作させた場合に比べて、動作速度を著しく早くすることができるので、特にネットワーク接続を行なって本装置を動作させる場合には、当該ネットワークの処理が負荷になっても、確実に本装置を動作させることができるという極めて優れた利点も有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のネジ締め作業監視装置のブロック図

【図2】（A）は本発明のネジ締め作業監視装置で使用する電動ドライバの構造図

（B）は（A）のX-X矢視拡大断面図

【図3】（A）は本発明のネジ締め作業監視装置の正面図

（B）は本発明のネジ締め作業監視装置の背面図

【図4】本発明のネジ締め作業監視装置の事前設定作業のフローチャート

【図5】本発明のネジ締め作業監視装置に係るネジ締め作業監視プログラムの実行フローチャート

【図6】本発明のネジ締め作業監視装置の第1動作モードの実行フローチャート

【図7】本発明のネジ締め作業監視装置の第2動作モードの実行フローチャート

【図8】本発明のネジ締め作業監視装置の第3動作モードの実行フローチャート

【図9】（A）は種々の設定をワーク毎に記憶するバンクのデータ構造

（B）はバンク毎に割り当てられている種々の設定項目に係るデータ構造

（C）は動作モード設定に対応して予め記録されている動作モードの実行プログラムのデータ構造

【図10】（A）はワークが作業台に進入する前の状態を示す状態図

（B）はワークが作業台に進入して近接センサーやリミットスイッチによって検知されたときの状態図

【図11】本発明のネジ締め作業監視装置を端末又はネットワークに接続して使用する場合の構成図

【図12】本発明のネジ締め作業監視プログラムを記録した記録媒体の一例図

【図13】（A）は異なる長さのネジ締付をサンプリングする場合の概要図

（B）は異なる長さのネジ締付のサンプリングを複数回行なったときに最終的に採用される平均値のデータ構造の概要図

【符号の説明】

11…検出手段

11a…センサー検出部

13…比較手段

15a…サンプリング回転数記憶部

15b…回転数記憶部

15c…ネジ数記憶部

15d…設定記憶部

18…電動ドライバ

18a…ドライバ

19…締付回数計測部

20…作業台

21…ワークセンサー（近接センサー）

22…ワークセンサー（リミットスイッチ）

31a…OKランプ

31b…NGランプ

S102…締付けるべきネジの本数を設定記憶するステップ

S502…ドライバ部の回転開始を検出するステップ

S503…ドライバ部の回転毎に生成される回転計測信号を検出するステップ

S504, S505…前記回転計測信号が検出される毎に回転数の値を1ずつ増加してネジの締付毎に検出される回転数を記憶するステップ

S506…ドライバ部の回転停止を検出するステップ

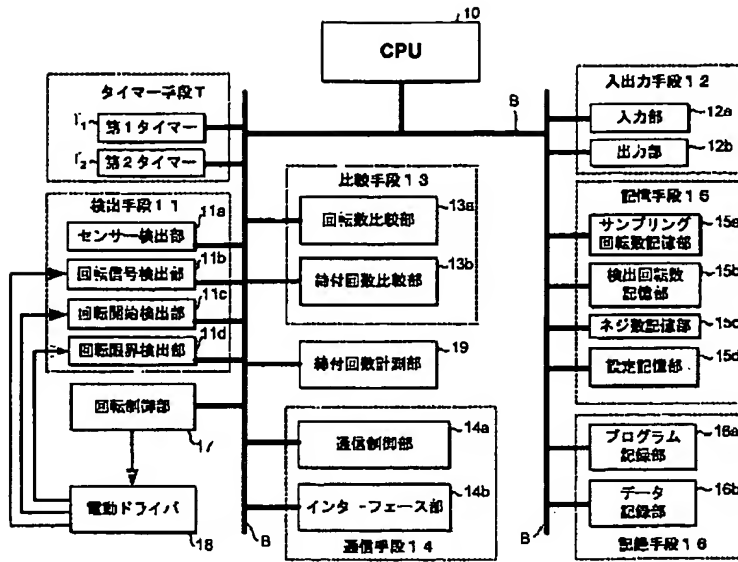
S507, S508…検出される回転数が一定の範囲にある場合のみ完全な締付であると判断してネジの締付回数を計測するステップ

S509, S205, S307, SS410…前記ネジの締付毎に計測される締付回数と前記設定記憶されるネジ数とを比較して一致する場合のみOKランプを点灯し、又は警報音を出力するステップ

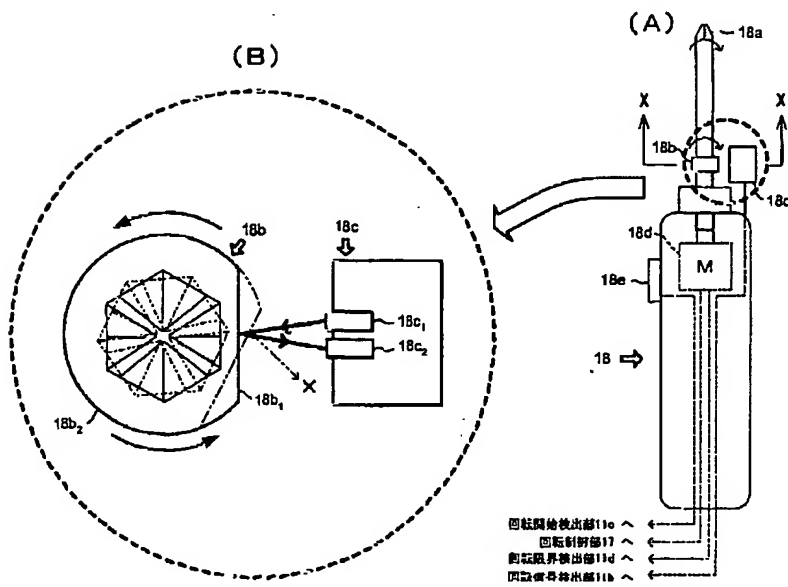
T₂…第2タイマー

W…ワーク

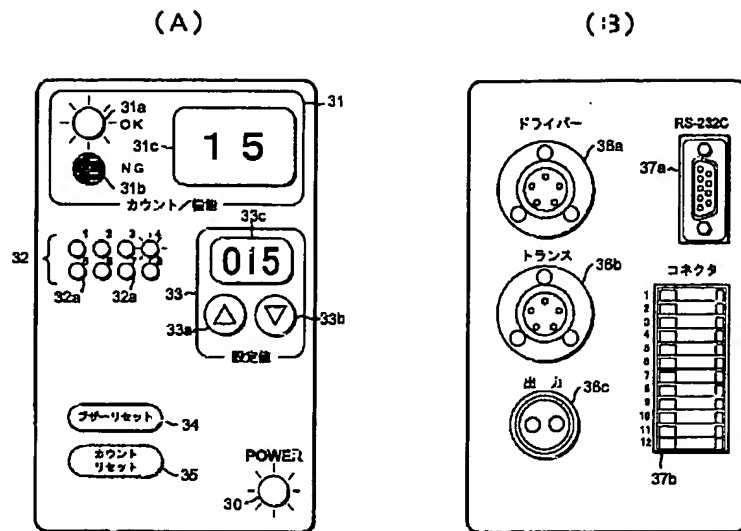
【図 1】



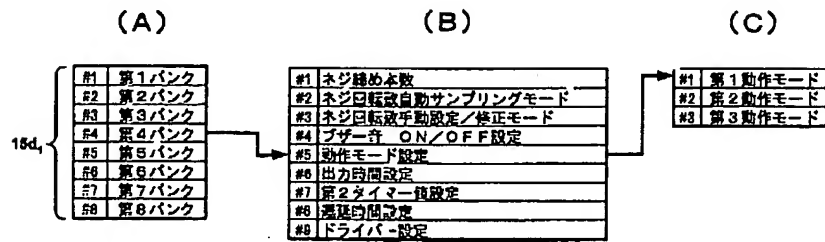
【図 2】



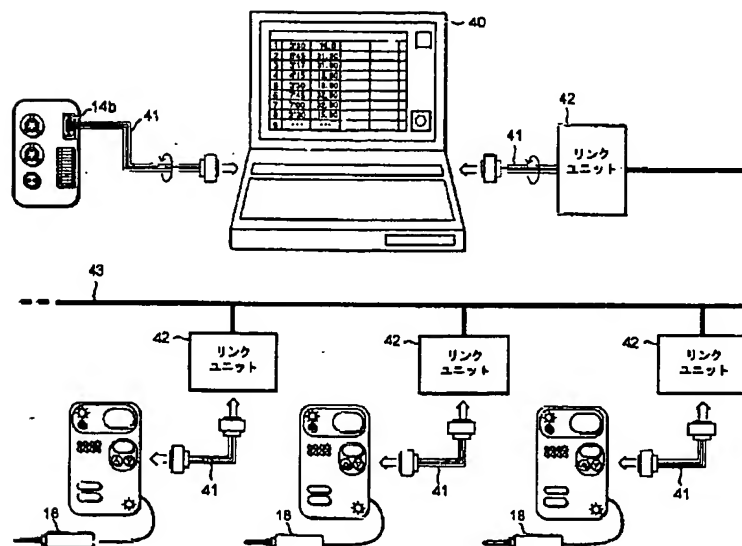
【図3】



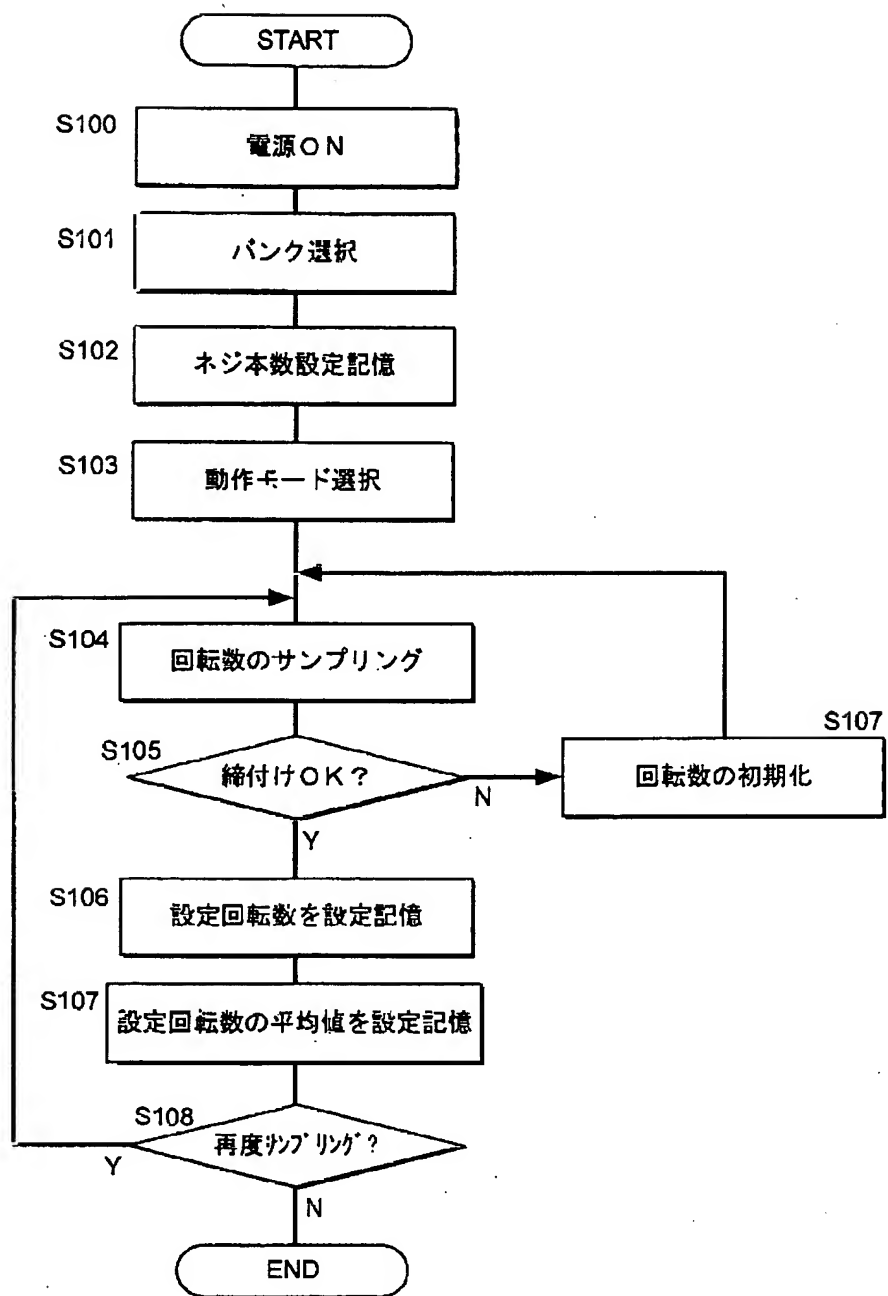
【図9】



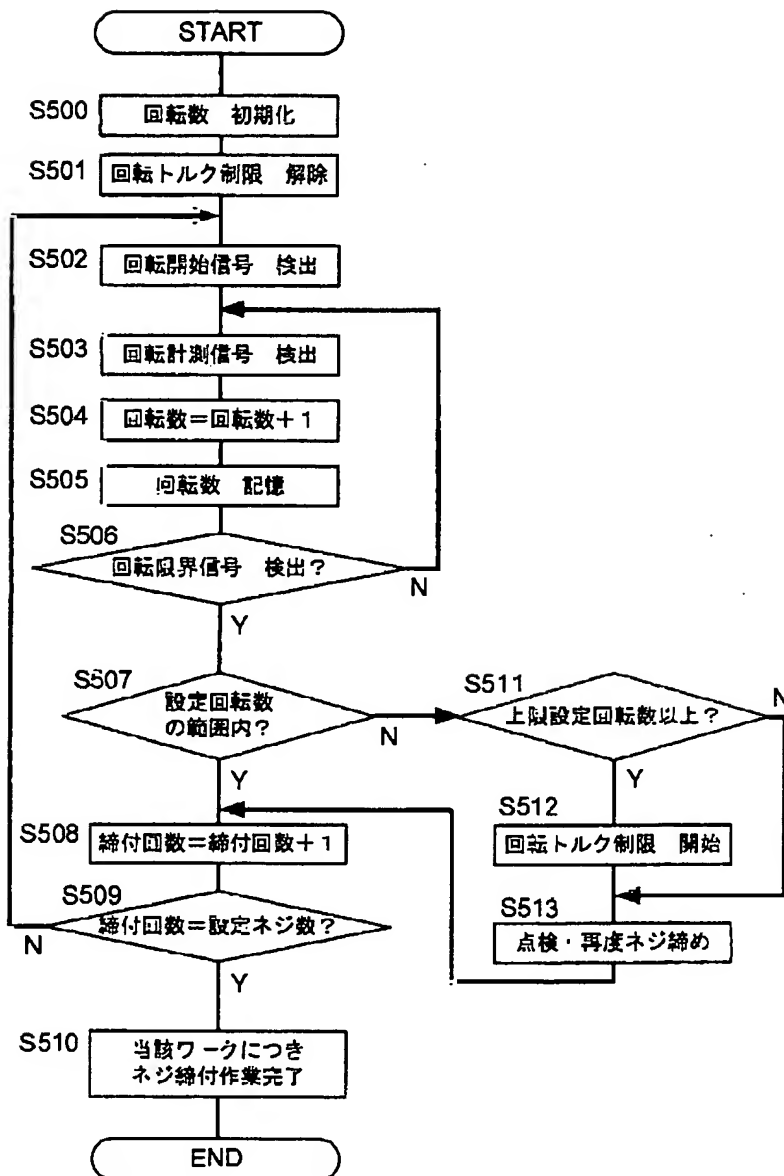
【図11】



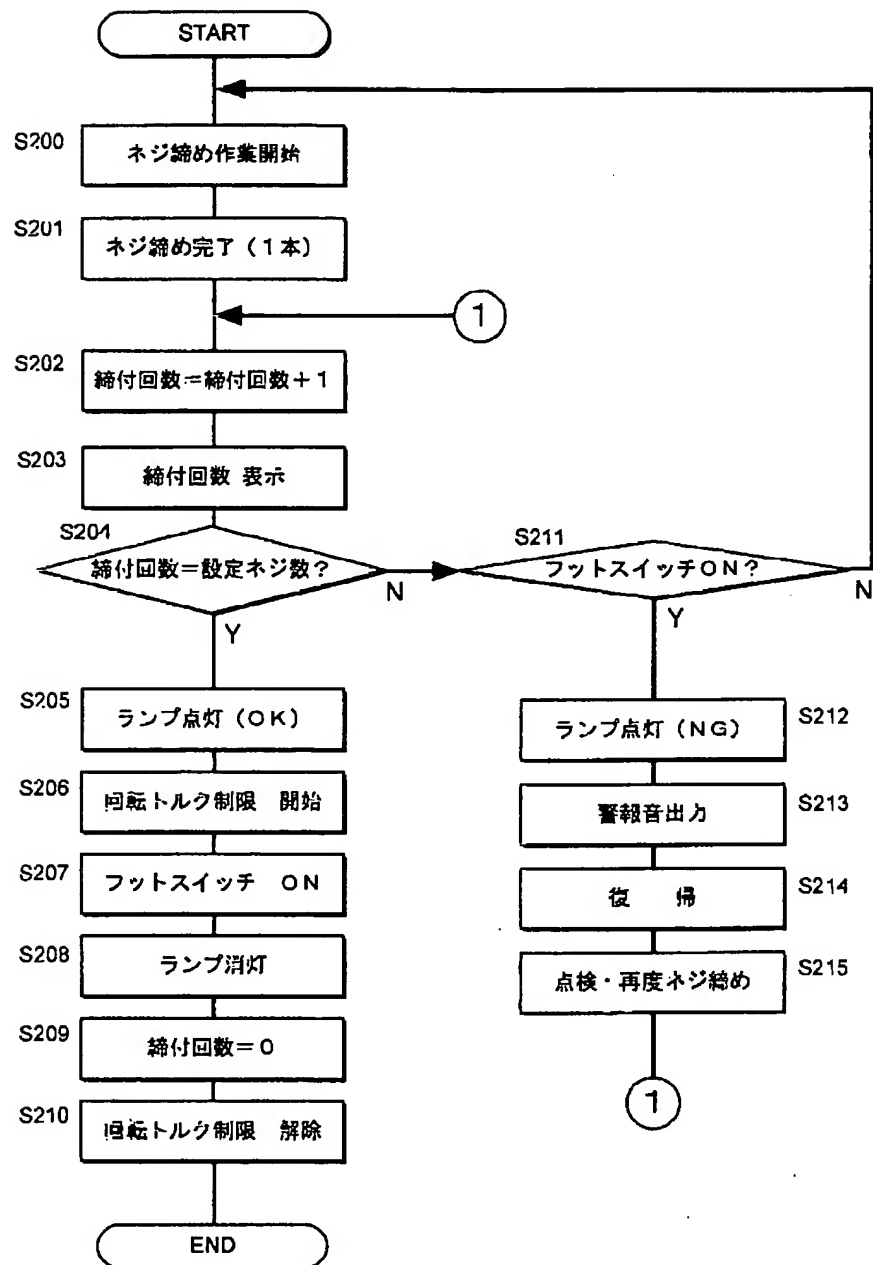
【図4】



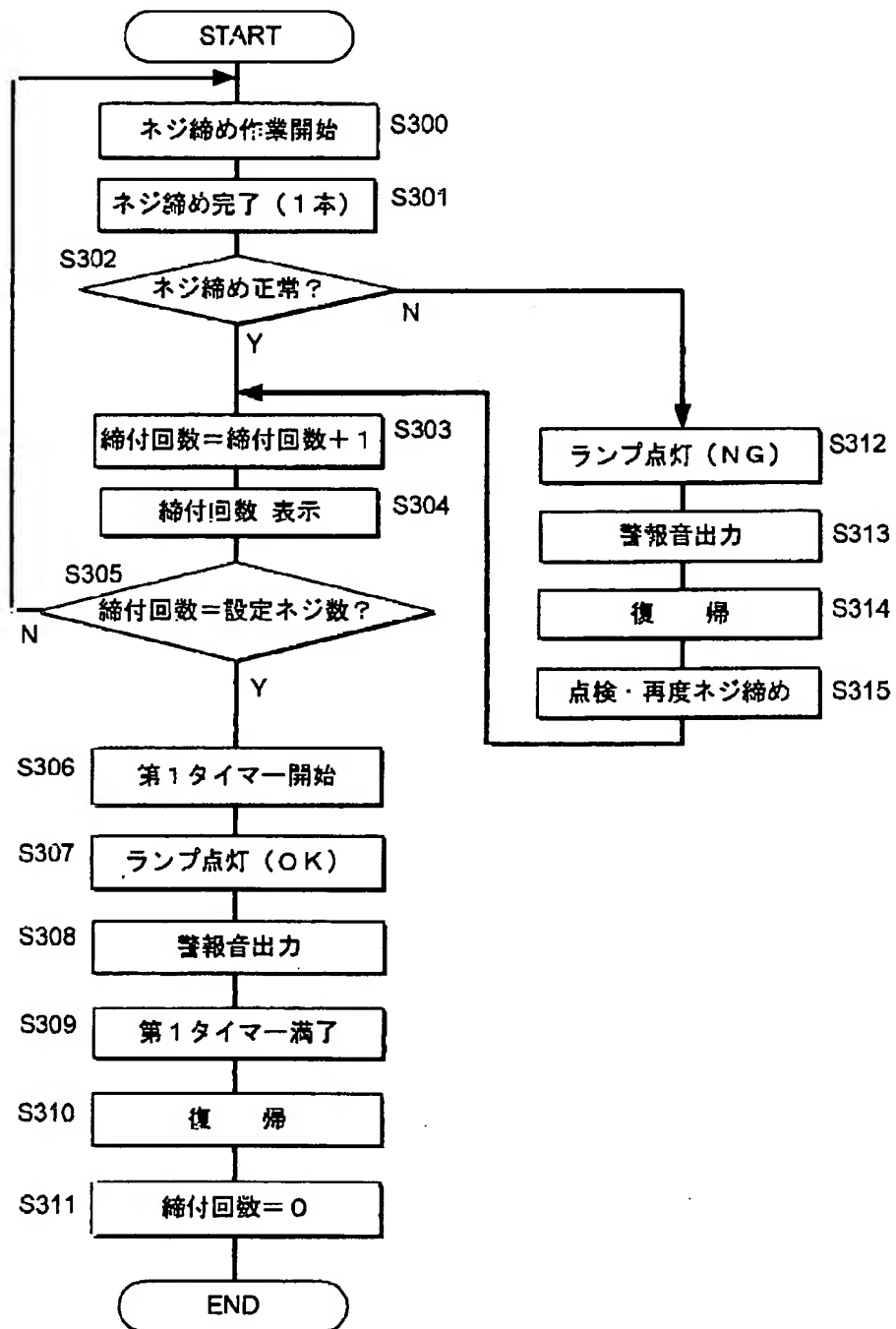
【図5】



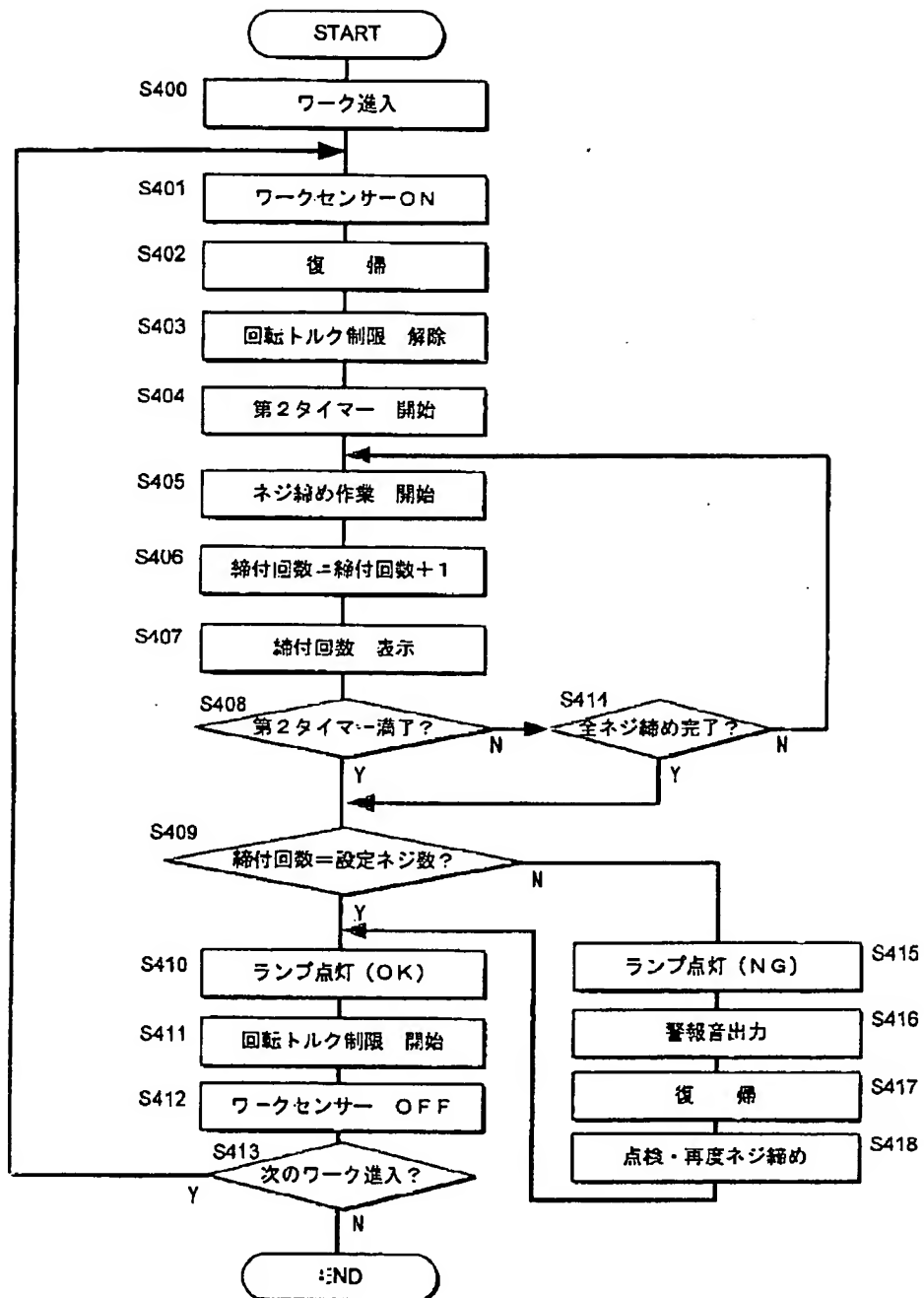
【図6】



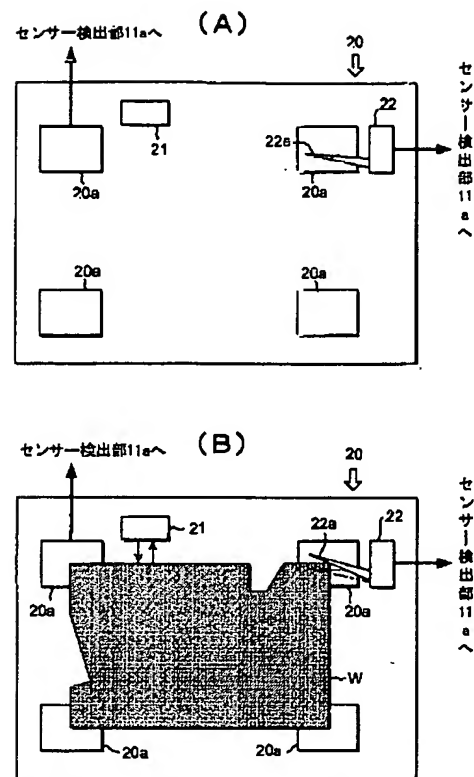
【図7】



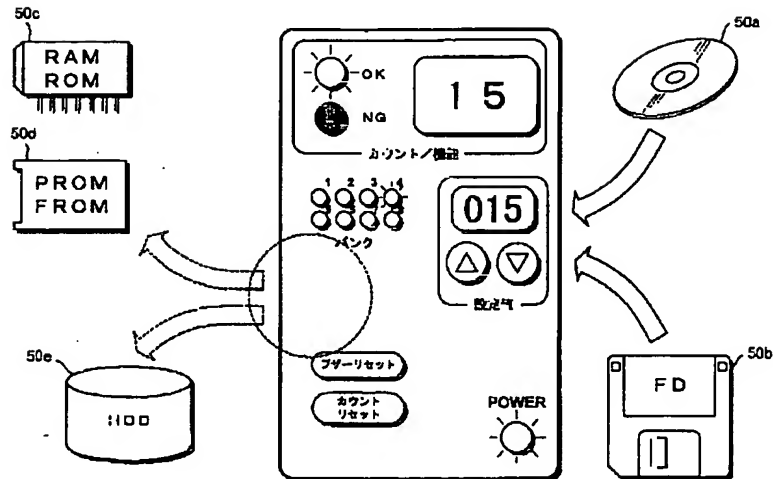
【図8】



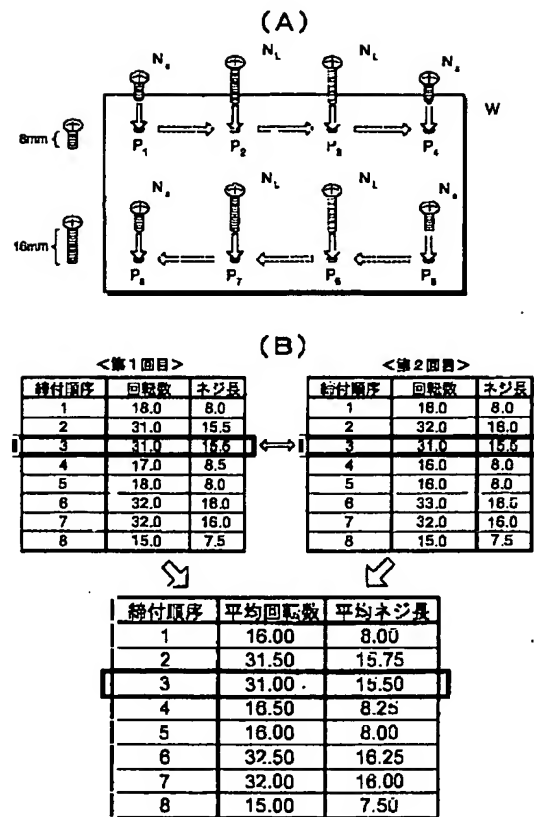
【図10】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 上羽 申二
 東京都東大和市狭山5丁目1557番地20 株
 式会社東海電子研究所内

Fターム(参考) 3C038 AA01 AA02 BC04 CA06 CA07
 CB02 CB06 CC04 CC08 EA02
 EA03 EA06